

宽垄沟灌对夏玉米生育进程及产量的影响

刘 慧

(江西水利职业学院,江西 南昌 330013)

摘 要:通过 2013~2015 年 3 年的大田试验,研究了宽垄沟灌和传统种植模式对夏玉米生育进程及产量的影响.结果表明:不同种植方式下,水分胁迫均对作物的生育进程有影响,夏玉米生育周期随着水分处理的增大而延长;与常规种植方式相比,宽垄沟灌方式下,夏玉米的生育周期延长了 1~4 d. 过低或过高的水分胁迫均会抑制作物的正常生长,导致灌浆速度缓慢,适当水分处理(L-70)能有效促进籽粒增长,达到节水高产的效益. 2013~2015 年夏玉米的产量及其构成因子基本上都随着灌水量的提高而增加,较常规种植,宽垄沟灌方式下夏玉米平均增产率为 2.38%~6.04%. 说明宽垄沟灌能有效改善夏玉米穗部性状,促进籽粒灌浆,达到夏玉米节水高产的目标.

关键词:宽垄沟灌;夏玉米;生育进程;产量

中图分类号:S513

文献标识码:B

文章编号:1004-4701(2016)03-0181-05

0 引 言

近年来,很多农业发达国家开始着手于垄作种植方式的研究^[1-2]. 与传统平作相比,垄作形成的土壤结构上虚下实,熟化土壤层明显加厚,土壤孔隙度增加,土壤容重降低^[3-4],在根系生长最旺盛的耕层有利于吸收水分和养分.汪顺生等^[5]研究发现垄作栽培的夏玉米地上干物质积累量及产量均高于传统平作,适宜在豫西地区推广,垄作还可以增强土壤呼吸强度和还田秸秆的分解强度.研究表明^[6-7],作物起垄种植水分利用效率明显高于平作,垄作覆盖能最大程度地利用天然降水.跨入 21 世纪后,我国种植业面临的是优质、高产、高效、安全环保和资源可持续利用问题,玉米栽培学科围绕新要求开展研究,继续发挥着不可替代的作用^[7].

目前,我国传统经济价值较高的蔬菜、马铃薯、棉花、花生、烟草等精细作物多采用垄作栽培技术生产,直至 20 世纪末才逐渐开展了水稻、玉米、油菜、大豆、小麦等大田作物垄作技术的研究,并取得了良好的效果^[8-9]. 目前,对于常规种植栽培冬小麦、夏玉米生理生态方面的研究较多,但从实际应用情况看,能否适用于宽垄种植仍是未知.本文针对夏玉米宽垄沟灌方式进行作物的生理特性的试验研究非常必要,为后期大田

夏玉米的新型种植提供理论和技术的指导。

1 材料与方法

1.1 试验区概况

试验于 2013~2015 年在华北水利水电大学农水试验场进行,试验场地处北纬 34°50',东经 113°48',面积约为 2 400 m². 试验田耕作层土壤为粉砂壤土,局部存在少量粘土,土壤平均干体积质量为 1.35 g/cm³,田间持水率为 24%. 试验场内设有自动气象站,自动监测太阳辐射强度、空气温度、风速等相关气象资料.

1.2 试验设计

以夏玉米为试验材料,采用常规种植(CFI)和宽垄沟灌(KFI)方式(见图 1~2). 宽垄沟灌灌水方式在前茬作物(小麦)收获后,整地灭茬并起垄做沟,试验田块经过人工整理后起垄做沟,沟横断面为梯形. 其中沟宽、垄宽、沟底宽均按试验方案长度开挖并修整,沟底纵坡用水准仪进行精密控制,梯形沟沟垄规格分别为 70 cm 和 50 cm,垄高 20 cm,相邻两沟中距离为 1.10 m,垄上种植 2 行玉米^[10].

两种种植方式均设置 3 种水分控制下限,分别是田间持水率的 60%、70% 和 80%,分别记为 L-60、L-70 和 L-80 处理,且均以同种水分处理各生育期湿润层

收稿日期:2016-05-15

作者简介:刘 慧(1989-),女,硕士.

土壤水分标准(各生育期计划湿润层深度逐渐下移,苗期 40 cm,拔节期 60 cm,抽雄期 80 cm,灌浆期以后为 100 cm^[2]),当土壤含水量(常规种植选取垄、沟作为观测点,宽垄种植在沟、坡、垄中部各取 1 个观测点,采用烘干法每周测定 1 次土壤剖面含水率,每层 20 cm,测深为 1 m)低于控制下限时就进行灌溉,2013~2015 年夏玉米的灌溉水定额均采用 45 mm(灌水时采用水表、

秒表和数显流量控制阀三者结合的方法进行控制水量),灌水方案见表 1,且每个试验小区之间设置保护区,保护区内埋入隔水板,防止灌水后相邻小区土壤水分侧渗影响试验结果。每组试验设置 3 个重复,数据同时采集,最终取试验数据平均值^[10]。试验期间未进行遮雨,2013~2015 年夏玉米全生育期总降雨量分别为 325.35 mm、312.31 mm、301.05 mm,降雨多集中于 7、8 月。

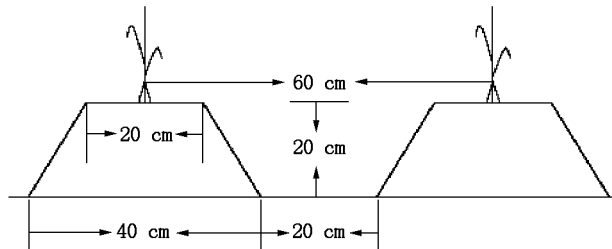


图 1 常规种植示意图

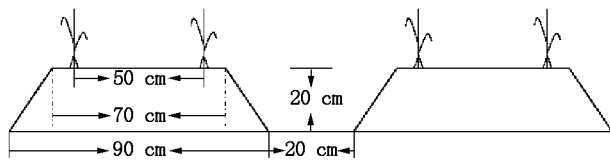


图 2 宽垄种植方式示意图

表 1 夏玉米灌水方案

灌水方式	处理	2013 年灌水量/mm						2014 年灌水量/mm						2015 年灌水量/mm					
		0602	0611	0618	0623	0803	0810	0610	0620	0627	0701	0811	0820	0604	0615	0620	0625	0727	0814
CFI	L-60	45	-	-	45	-	-	45	-	-	-	-	-	45	-	-	45	-	-
	L-70	45	-	45	-	45	-	45	-	45	-	-	-	45	-	45	-	45	-
	L-80	45	45	-	45	-	45	45	45	-	-	-	45	45	45	-	45	-	45
	L-60	45	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-	45	-	-	-	-	-
KFI	L-70	45	-	45	-	-	-	45	-	45	-	-	-	45	-	45	-	-	-
	L-80	45	45	-	-	-	45	45	45	-	-	-	45	45	45	-	-	-	45

1.3 测定项目与方法

作物生育期:观察并记录各处理作物各发育阶段的特征、生长形态和生理变化状况等,以及开始和结束时间^[10]。

产量测定:实际产量在收获后由实际的子粒产量构成,根据各试验小区的实际产量,折算成每公顷产量^[11]。

1.4 试验数据处理

采用 DPS 软件对夏玉米产量及构成因子在各水分处理的数据进行显著性差异分析。

2 结果分析

2.1 宽垄沟灌对玉米生育进程的影响

由表 1 可知,鉴于田间水分控制下限的不同,相同的水分处理时,夏玉米常规种植的灌水量均比宽垄沟灌的多出 45 mm,主要是因为常规种植较宽垄沟灌时,水流推进速度较慢,分别使水分在沟首和沟尾聚集,灌水

均匀度和储水效率较低。实时监测 2013~2015 年夏玉米重要特征的出现,监测结果见表 2。

分析数据可知,两种种植方式下,水分胁迫均对夏玉米生育进程有影响,2013~2015 年夏玉米生育周期均随着水分处理的增大而延长。种植方式一定时,水分处理越高,夏玉米生育期越长。以常规种植为例,2013 年 L-70 较 L-60 生育期延长 5 d,L-80 较 L-70 延长 2 d;2014 年 L-70 较 L-60 生育期延长 4 d,L-80 较 L-70 延长 2 d;2015 年 L-70 较 L-60 生育期延长 4 d,L-80 较 L-70 延长 3 d。水分处理一定时,宽垄较常规种植夏玉米生育期会延长,2013 年延长 1~2 d,2014 年延长 2~4 d,2015 年会延长 3~4 d,说明宽垄种植方式能有效推迟作物衰老,促进玉米的干物质积累量增加,有利于提高夏玉米的产量。

2.2 种植模式对夏玉米灌浆进程的影响

由图 3 可知,不同种植方式下,2013~2015 年夏玉米全生育期内籽粒重的变化趋势为:在灌浆初期随着田间水分控制下限的提高而增大,随着田间水分控制下限

的降低而减小;在灌浆中后期 L-70 水分处理时的灌浆速度大于 L-80。以 KFI 为例,到 2013 年 8 月 19 日,L-70 时灌浆速度较 L-60 增加 0.02 g/10 粒,L-80 较 L-70 增加 0.15 g/10 粒;到 2014 年 8 月 24 日,L-70 时灌浆速度较 L-60 增加 0.19 g/10 粒,L-80 较 L-70 增加 0.13 g/10 粒;到 2015 年 8 月 24 日,L-70 时灌浆速度较 L-60 增加 0.22 g/10 粒,L-80 较 L-70 增加 0.09 g/10 粒。在灌浆中后期 L-70 水分处理时的夏玉米灌浆速度接近甚至超过 L-80。以 KFI 为例,到 2013 年 9 月 4 日,L-70 的灌浆速度较 L-80 增

加 0.09 g/10 粒;到 2014 年 9 月 9 日,L-70 的灌浆速度较 L-80 增加 0.17 g/10 粒;到 2015 年 8 月 30 日,L-70 的灌浆速度较 L-80 增加 0.08 g/10 粒。以上情况说明过低的水分胁迫会抑制作物的正常生长,导致灌浆速度缓慢;过高的水分控制下限(L-80)在灌浆初期有优势,在灌浆中后期优势并不明显,甚至低于 L-70 处理的,过高或过低的水分处理都不利于夏玉米的正常生长,适宜的水分控制下限能够抑制夏玉米的过快生长,利于籽粒灌浆,从而达到节水高产的目的。

表2 玉米的全生育进程

月-日

年份	试验处理		播种	出苗	拔节	抽雄	灌浆	成熟	全生育期/d
2013	L-60	KFI	6-2	6-11	7-9	7-28	8-8	9-8	99
		CFI	6-2	6-12	7-10	7-29	8-9	9-7	98
	L-70	KFI	6-2	6-11	7-10	7-30	8-12	9-12	103
		CFI	6-2	6-11	7-11	7-30	8-12	9-12	103
	L-80	KFI	6-2	6-11	7-11	8-1	8-14	9-16	107
		CFI	6-2	6-11	7-10	7-31	8-12	9-14	105
2014	L-60	KFI	6-10	6-19	7-19	8-9	8-24	9-21	103
		CFI	6-10	6-19	7-20	8-7	8-22	9-17	99
	L-70	KFI	6-10	6-20	7-19	8-10	8-25	9-23	105
		CFI	6-10	6-20	7-19	8-11	8-22	9-21	103
	L-80	KFI	6-10	6-18	7-18	8-11	8-26	9-25	107
		CFI	6-10	6-19	7-20	8-10	8-24	9-23	105
2015	L-60	KFI	6-5	6-15	7-14	8-3	8-15	9-14	101
		CFI	6-5	6-15	7-12	8-1	8-13	9-11	98
	L-70	KFI	6-5	6-14	7-14	8-4	8-18	9-19	106
		CFI	6-5	6-15	7-14	8-2	8-15	9-15	102
	L-80	KFI	6-5	6-13	7-13	8-4	8-19	9-21	108
		CFI	6-5	6-14	7-13	8-3	8-17	9-18	105

2.3 种植模式对夏玉米产量影响

由表3可知,2013~2015年夏玉米的产量及其构成因子基本上都随着灌水量的提高而增加;较L-70,L-80水分处理时其穗粗、穗粒数、百粒重及产量的优势并不明显甚至低于L-70、L-60时则处于最劣势状态,这说明一定的水分控制范围内,玉米的产量及其构成因子随着水分控制下限的提高而增加,随着水分控制下限的降低而减少;过低的水分控制下限,会导致水分的亏缺从而抑制玉米的正常生长;过高的水分控制下限也不会大幅度提高玉米的产量。较CFI而言,2013年KFI时夏玉米的穗长、穗粗、穗粒数、百粒重分别增加了6.74%、3.87%、2.21%、1.72%,平均增产率达6.04%;2014年KFI时夏玉米的穗长、穗粗、穗粒数、百

粒重分别增加了7.35%、2.83%、2.17%、0.31%,平均增产率达2.38%;2015年KFI时夏玉米的穗长、穗粗、穗粒数、百粒重分别增加了12.01%、4.35%、5.33%、1.95%,平均增产率达5.97%。说明宽垄种植方式能有效改善夏玉米穗部性状,从而提高夏玉米的产量。这是因为宽垄种植时,只在垄上种植作物,使得植株的行间距增大,从而使作物的透光性变好,充分作物进行光合作用,有利于发挥夏玉米的边行优势,从而达到增产的效果。

3 结 论

不同种植方式下,水分胁迫均对夏玉米生育进程有

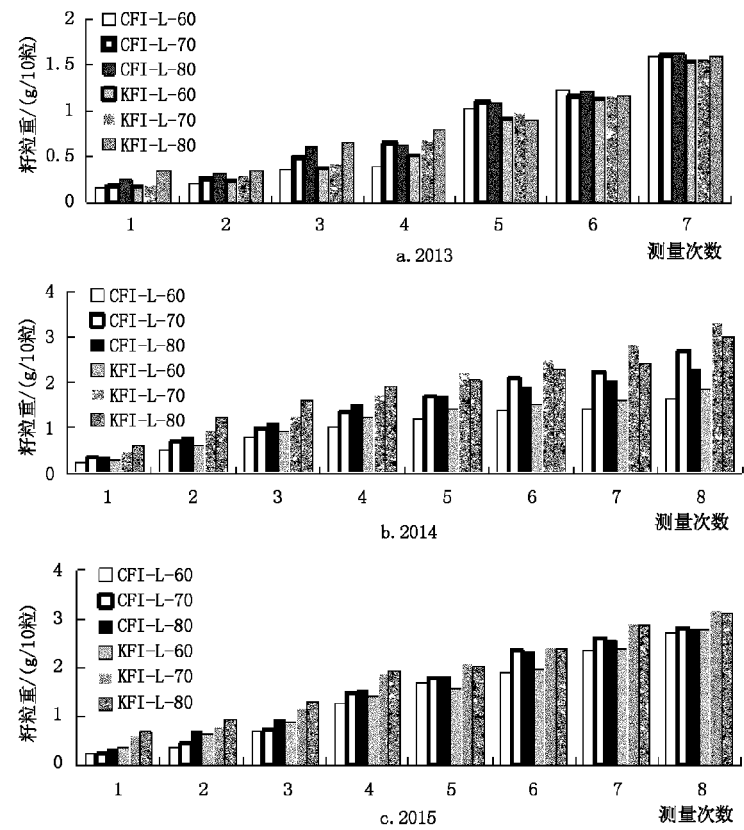


图3 夏玉米灌浆进程的变化

表3 夏玉米产量及其构成因子

年份	试验处理		产量构成因子				产量/(kg/hm ²)
			穗长/mm	穗粗/mm	穗粒数/(粒/穗)	百粒重/g	
2013	L-60	KFI	169.70	50.64	495.98	25.83	6 565.58Aa
		CFI	166.16	50.15	477.72	25.99	6 445.34Aa
	L-70	KFI	220.86	61.32	574.01	29.33	8 331.81Aa
		CFI	202.93	58.20	570.48	28.17	7 730.93Aa
	L-80	KFI	207.99	59.95	575.25	28.06	8 077.67Aa
		CFI	191.68	57.16	561.54	27.65	7 490.62Aa
2014	L-60	KFI	167.83	49.25	485.01	24.68	6 347.95Aa
		CFI	165.95	50.05	475.27	25.86	6 501.48Aa
	L-70	KFI	214.10	62.45	552.22	28.22	7 703.39Aa
		CFI	193.10	57.65	543.75	26.85	7 200.59Aa
	L-80	KFI	212.75	57.68	563.46	27.02	7 451.33Aa
		CFI	194.91	57.02	547.63	26.96	7 301.26Aa
2015	L-60	KFI	162.98	50.15	478.52	24.05	6 417.12Aa
		CFI	177.93	53.08	484.33	26.55	6 882.95Aa
	L-70	KFI	216.45	61.20	562.34	28.74	8 013.21Aa
		CFI	176.25	56.87	536.65	27.50	7 282.62Aa
	L-80	KFI	209.14	60.80	593.77	28.96	8 001.97Aa
		CFI	171.3	55.03	530.88	26.14	7 003.88Aa

注：大、小写字母分别代表1%、10%显著水平；穗长、穗粗、穗粒数、百粒重与产量的相关系数分别是0.88、0.92、0.89、0.92，故表3数据能较好反映夏玉米产量与穗部性状的关系。

影响,夏玉米生育周期均随着水分控制下限的提高而延长。相同种植方式下,水分控制下限越高,夏玉米生育期越长。相同水分处理时,较常规种植,宽垄沟灌时夏玉米全生育期增加了1~4 d。

不同种植方式下,夏玉米全生育期内籽粒重的变化趋势为:在灌浆初期随着田间水分控制下限的提高而增大,随着田间水分控制下限的降低而减小;过高或过低的水分处理都不利于夏玉米的正常生长,适宜的水分控制下限(L-70)能够抑制夏玉米的过快生长,利于籽粒灌浆,从而达到节水高产的目的。

不同种植方式下,夏玉米的产量和构成因子基本上都随着灌水量的提高而增加。较常规种植,宽垄沟灌方式下夏玉米的穗长增加了6.74%~12.01%、穗粗增加了2.83%~4.35%、穗粒数增加了2.17%~5.33%、百粒重增加了0.31%~1.95%,平均增产率为2.38%~6.04%。说明宽垄沟灌能有效改善夏玉米穗部性状,促进籽粒灌浆,达到夏玉米节水高产的目标。

参考文献:

- [1] 王瑞英,高峻岭等.灌溉对小麦—玉米周年栽培中花后水分与干物质积累的影响[J].山东农业科学,2011(05):21~24.
- [2] 汪顺生,刘慧等.宽垄种植方式下夏玉米耗水规律及产量与水分关

系研究[J].灌溉排水学报,2015,34(7):62~66.

- [3] Parmodh Sharma, Manoj K. Shukla, Theodore W. Sammis, et al. Nitrate – nitrogen leaching from three specialty crops of New Mexico under furrow irrigation system[J]. Agricultural Water Management, 2012, 109: 71 ~ 80.
- [4] Wang Shunsheng, Gao Chuanchang. Study about Planning and Construction of urban Based on Eco – city Theory[J]. Applied Mechanics and Materials, 2011, 71 ~ 78: 220 ~ 223.
- [5] 汪顺生,陈洪涛,高传昌,等.不同种植模式下夏玉米生长发育及产量的试验研究[J].灌溉排水学报,2011,30(3):65~67.
- [6] 高传昌,李兴敏,汪顺生.垄作小麦产量及水分生产效率的试验研究.灌溉排水学报,2011,30(4):10~12.
- [7] 杨虎,李群,王红谊.20世纪中国玉米种业发展历程及问题分析[J].农业考古,2011(01):108~112.
- [8] Zhang Yongyong, Wu Pute, Zhao Xining, et al. Simulation of soil water dynamics for uncropped ridges and furrows under irrigation conditions[J]. Canadian Journal of Soil Science, 2013, 93(1), 85 ~ 98.
- [9] Ghamarnia, Houshang, Parandyn, et al. An evaluation and comparison of drip and conventional furrow irrigation methods on maize[J]. Archives of Agronomy and Soil Science, 2013, 59(5): 733 ~ 751.
- [10] 汪顺生.一体化垄作种植沟垄田规格参数与作物需水特性研究[D].西安理工大学,2013.
- [11] 汪顺生,刘慧,等.不同种植方式下冬小麦穗部性状与产量关系的试验研究[J].灌溉排水学报,2015,34(3):86~89.

编辑:唐少龙

The effect on the reproductive process and yield of summer maize under wide ditch irrigation

LIU Hui

(Jiangxi Water Resources Institute, Nanchang 330013, China)

Abstract: Through three years of field trials from 2013 to 2015, studied the effect on growth process yield of summer maize under wide ditch irrigation and traditional planting patterns. The results showed that the stress of water both have the effect on the reproductive process under different planting patterns, the growth period of summer maize both increased with the increase of water treatment and extended from 2013 to 2015, compared with conventional planting, the reproductive cycle time of summer corn extended 1 to 4d; Too low or too high water stress can inhibit the normal growth of crops, the proper water treatment (L-70) can effectively promote the grain growth, achieve the benefit of water saving and high yield. The yield and its components of summer maize increased with the increase of irrigation amount from 2013 to 2015, compared with conventional planting, the average yield of summer maize increased by 2.38% ~ 6.04% in the wide ridge planting from 2013 to 2015. This suggests that the wide ridge cultivation can effectively improve maize ear traits, promote grain filling, achieve the goal of water saving and high yield of Summer Maize.

Key words: Wide ditch planting; Summer maize; Reproductive process; Yield

翻译:刘 慧